



**SIMPOSIO  
FERTILIDAD 2013**

NUTRICIÓN DE CULTIVOS PARA LA  
INTENSIFICACIÓN PRODUCTIVA  
SUSTENTABLE

# **¿CÓMO PODEMOS AUMENTAR LOS RENDIMIENTOS DE SOJA?**

## **LA VISIÓN DESDE LA NUTRICIÓN**



**Fernando Salvagiotti  
EEA Oliveros**

**Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria**

**MAXIMO ALCANZABLE**

F. Definidores

CO<sub>2</sub>  
Radiación  
Temperatura  
Genotipo

**FACTIBLE**

Factores Limitantes

Agua  
Nutrientes

**ACTUAL**

Factores Reductores

Malezas  
Enfermedades  
Insectos  
Contaminantes



**Nivel de rendimiento**

**MAXIMO ALCANZABLE**

F. Definidores

CO<sub>2</sub>  
Radiación  
Temperatura  
Genotipo

**FACTIBLE**

Factores Limitantes

Agua  
Nutrientes

**ACTUAL**

Brecha  
Nutricional  
+ Agua

**Nivel de rendimiento**

**MAXIMO ALCANZABLE**

F. Definidores

CO<sub>2</sub>  
Radiación  
Temperatura  
Genotipo

**FACTIBLE**

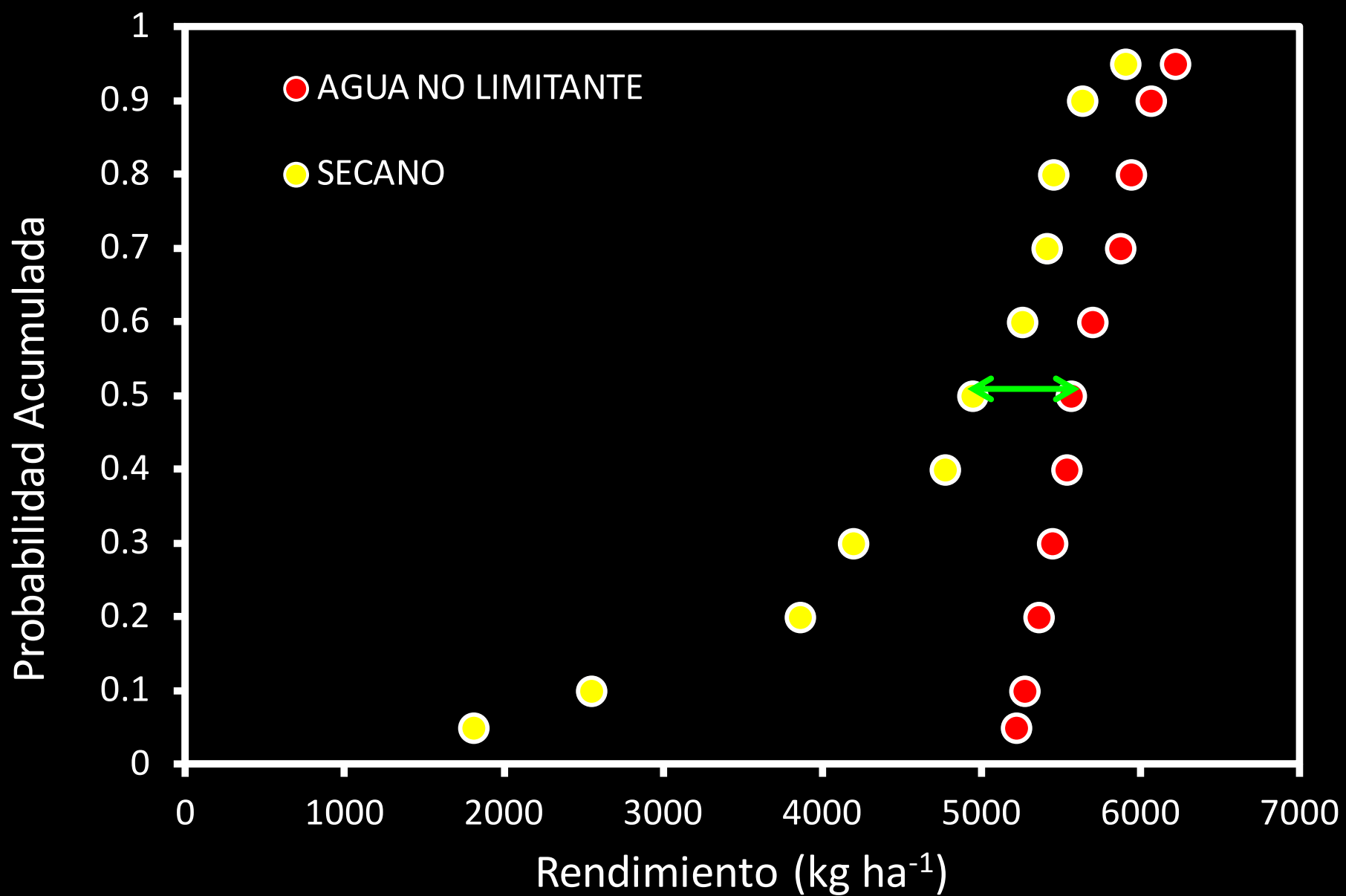
Factores Limitantes

Agua  
Nutrientes

**ACTUAL**

Brecha  
Nutricional  
+ Agua

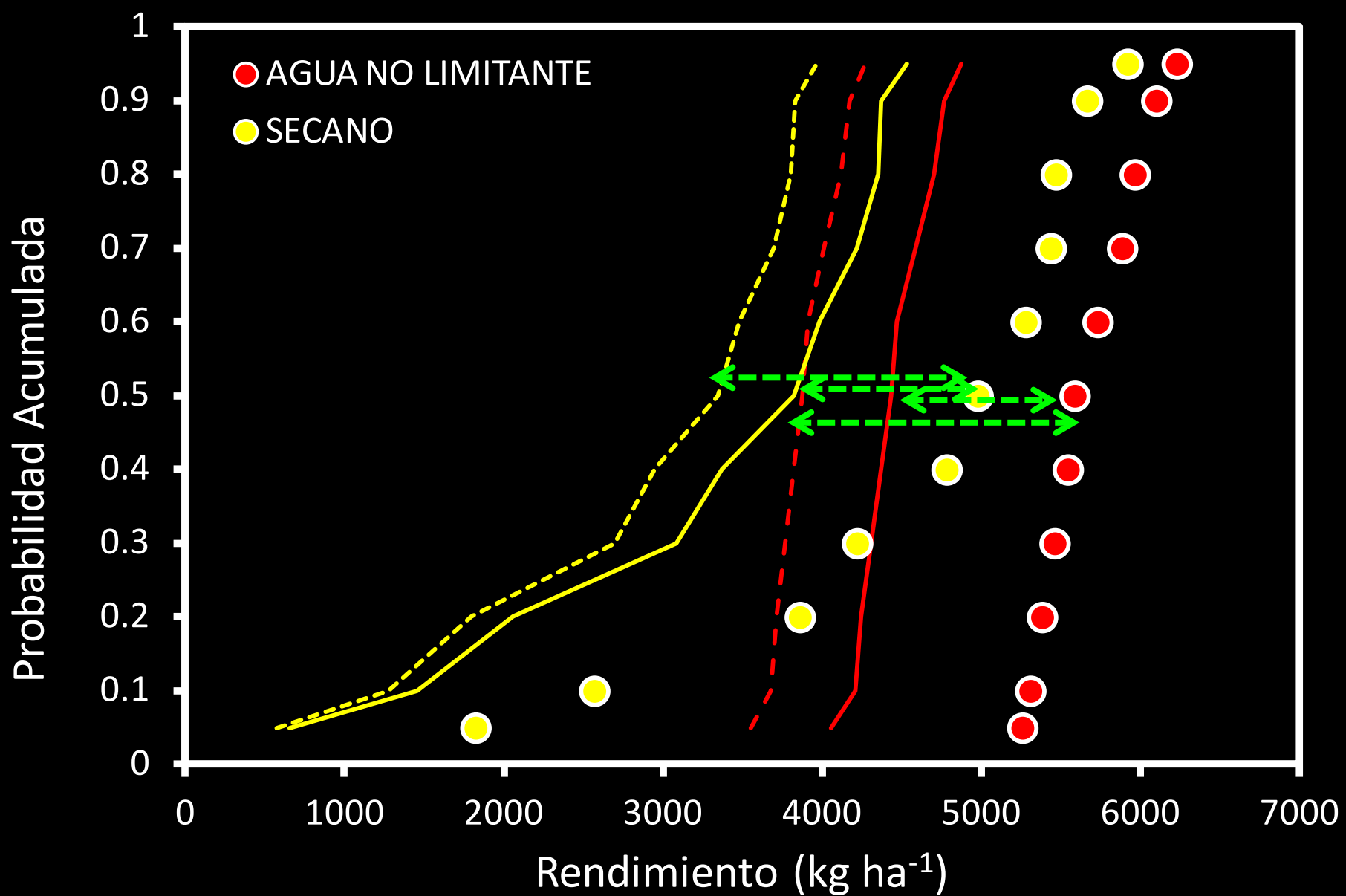
**Nivel de rendimiento**



**Serie Climática : Oliveros (30 años)**

**Siembra : 10 Noviembre**

**Soja Grupo IV Largo**



**Serie Climática : Oliveros (30 años)**  
**Siembra : 10 Noviembre**  
**Soja Grupo IV Largo**

**Nutrientes alta movilidad**

**Estrechamente relacionados con el potencial de rendimiento del cultivo**

**Nutrientes baja movilidad**

**Relacionados con el nivel del nutriente en el suelo por encima de un umbral**

# Brecha Nutricional en cultivos de soja en Argentina

**Nitrógeno**

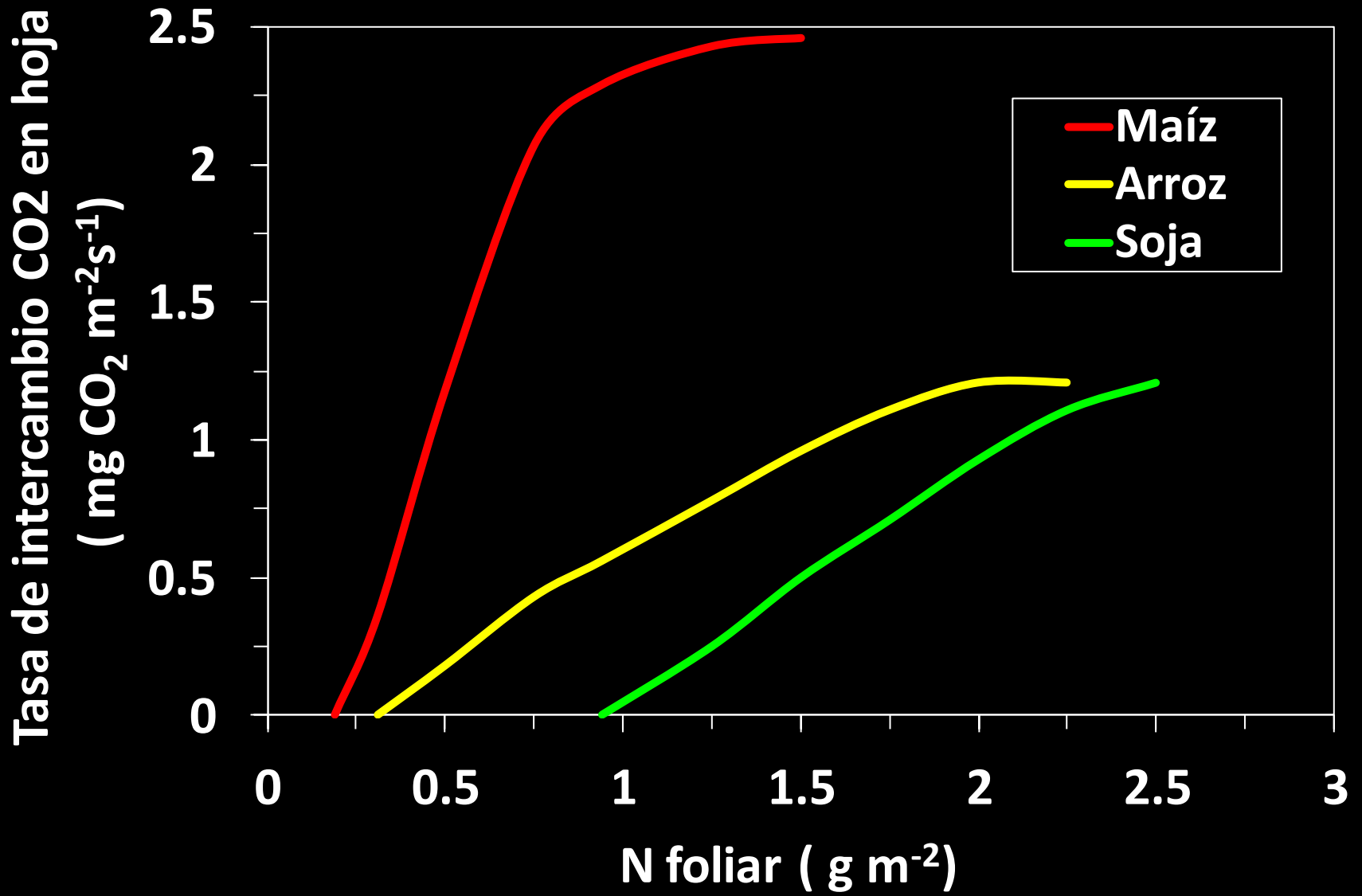
Fósforo

Azufre

Micronutrientes

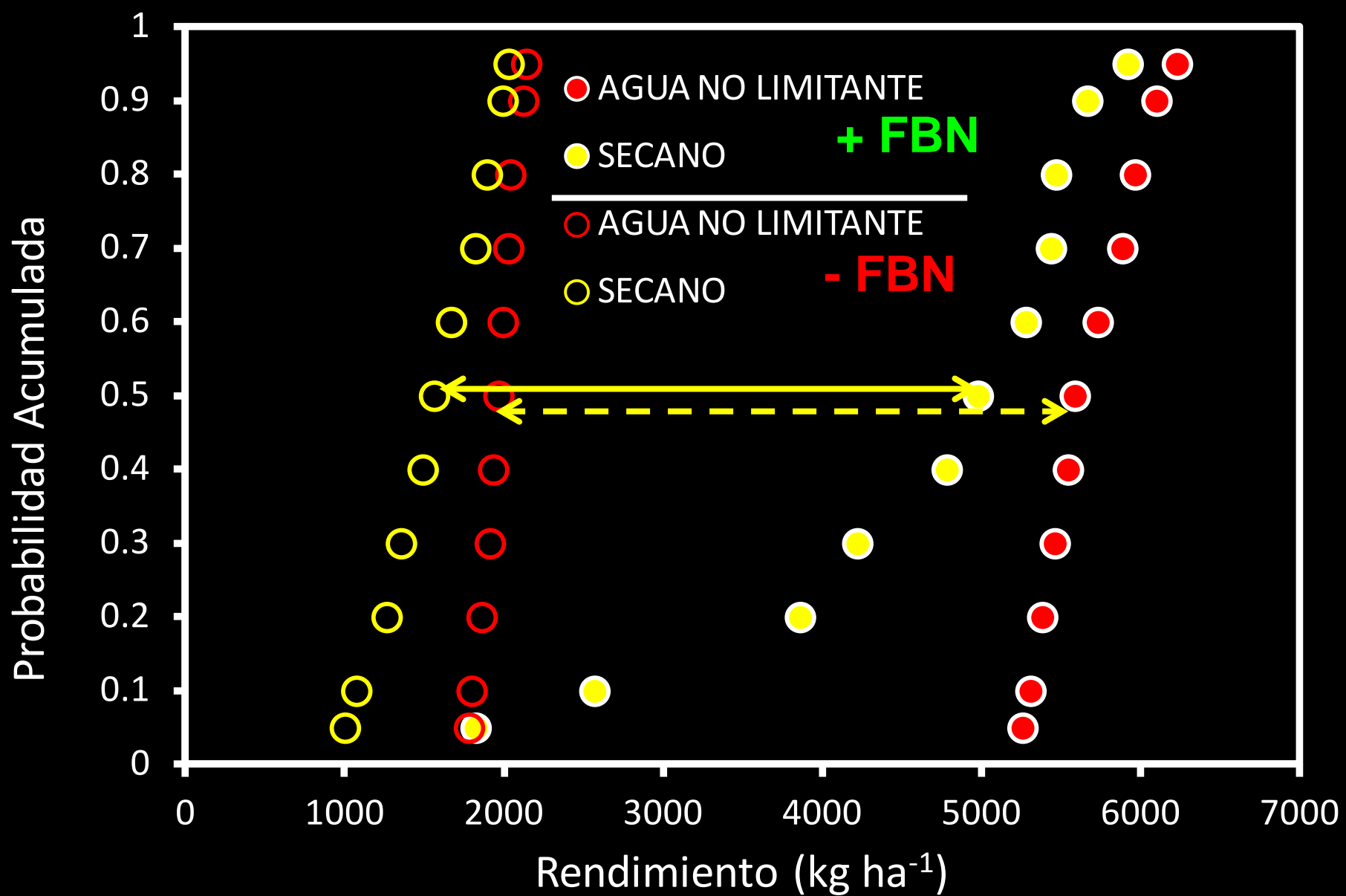
Cationes (Ca, Mg, K)





# Rendimiento, calidad del grano y variables asociadas a la dinámica del N en cultivares de soja viejos y modernos.

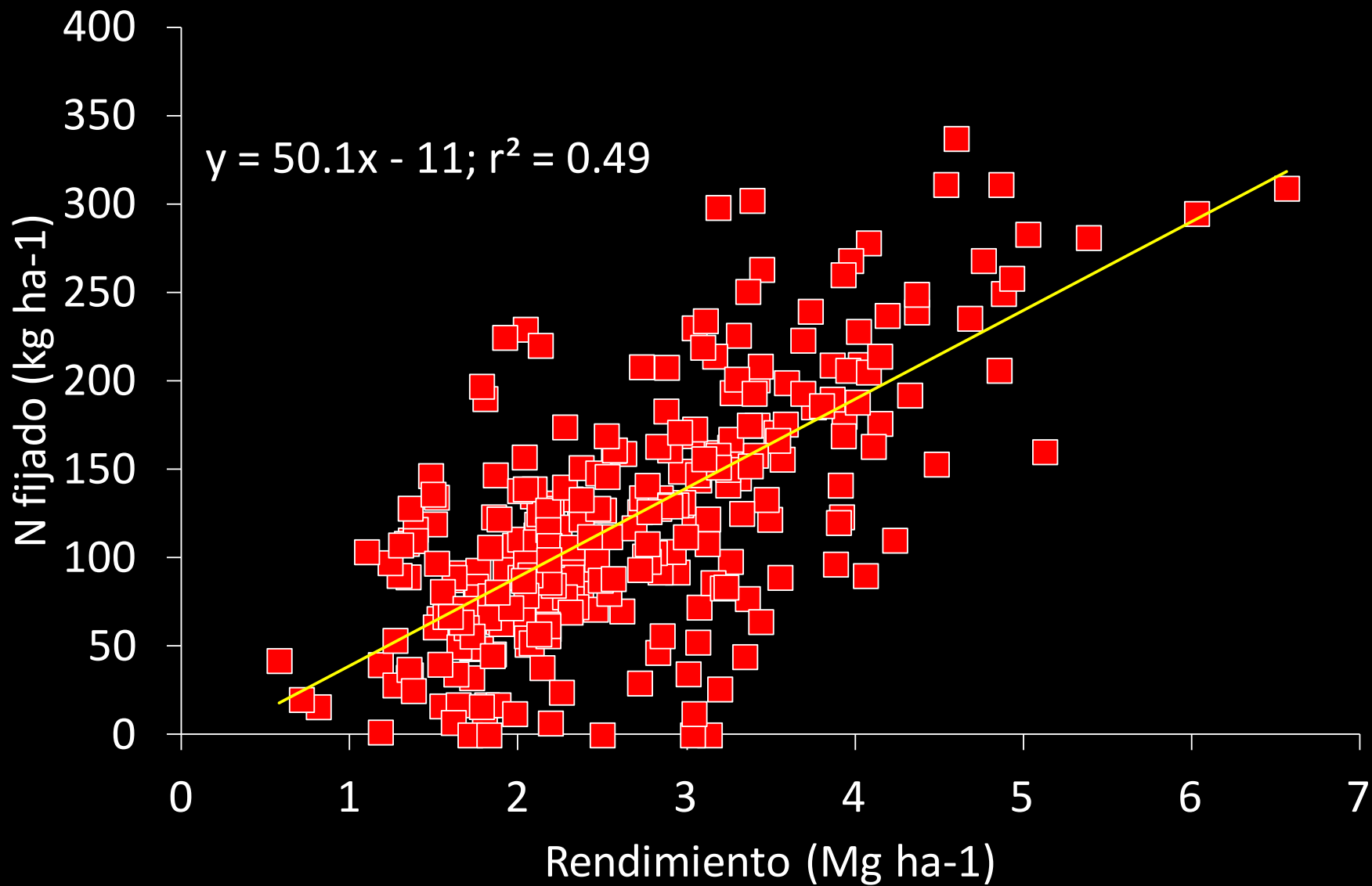
Cultivar	Rendimiento	Proteína	N en R4	N R5-R7	N removilizado	N en semilla	N total
	Kg ha <sup>-1</sup>	%			kg N ha <sup>-1</sup>		
Cvs Viejos ('30s)	3000	37.6	110	14	95	104	120
Cvs Modernos ('90s)	3775	35.7	113	39	100	131	143
	*	*	NS	*	NS	*	*



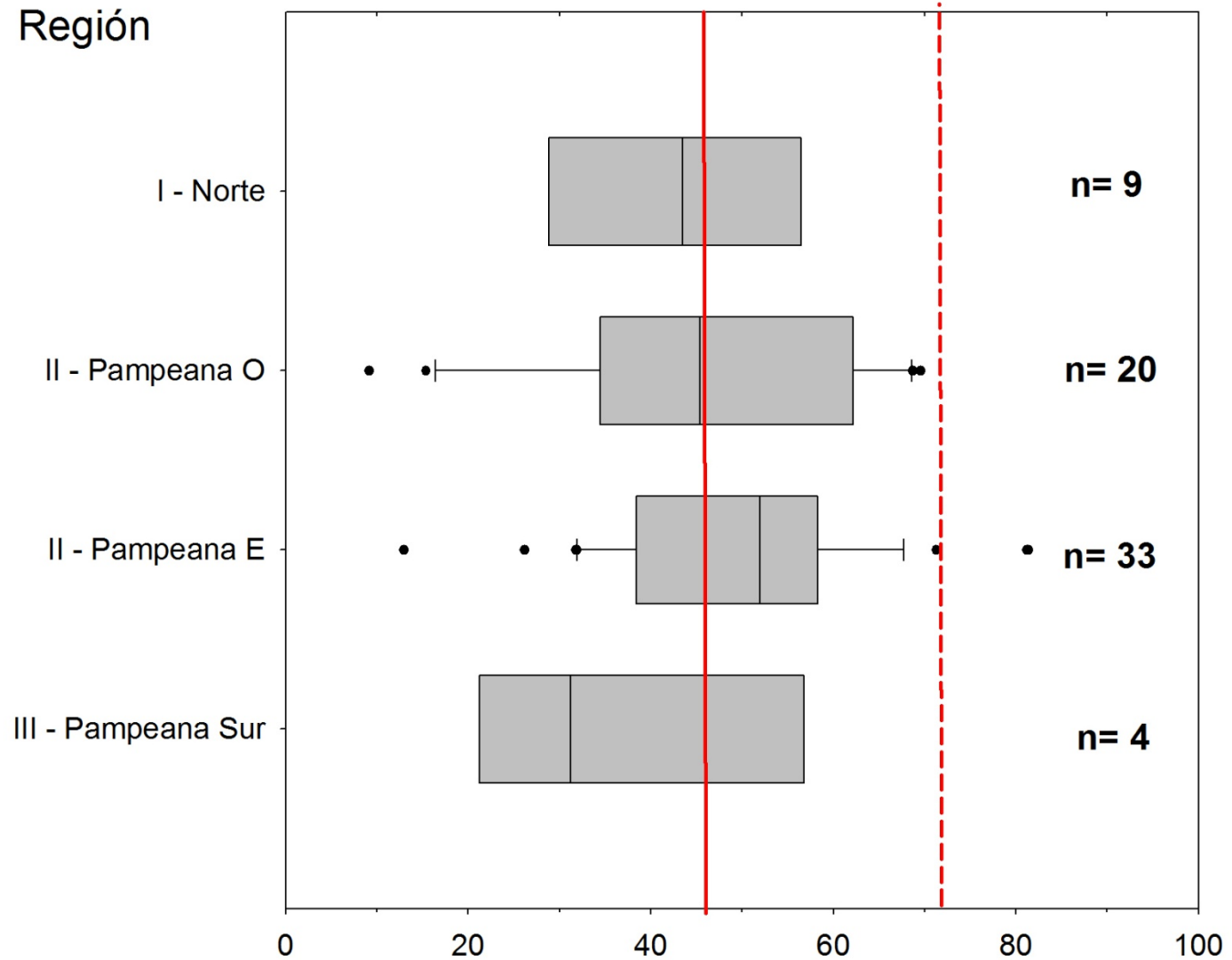
Serie Climática : Oliveros (30 años)

Siembra : 10 Noviembre

Soja Grupo IV Largo



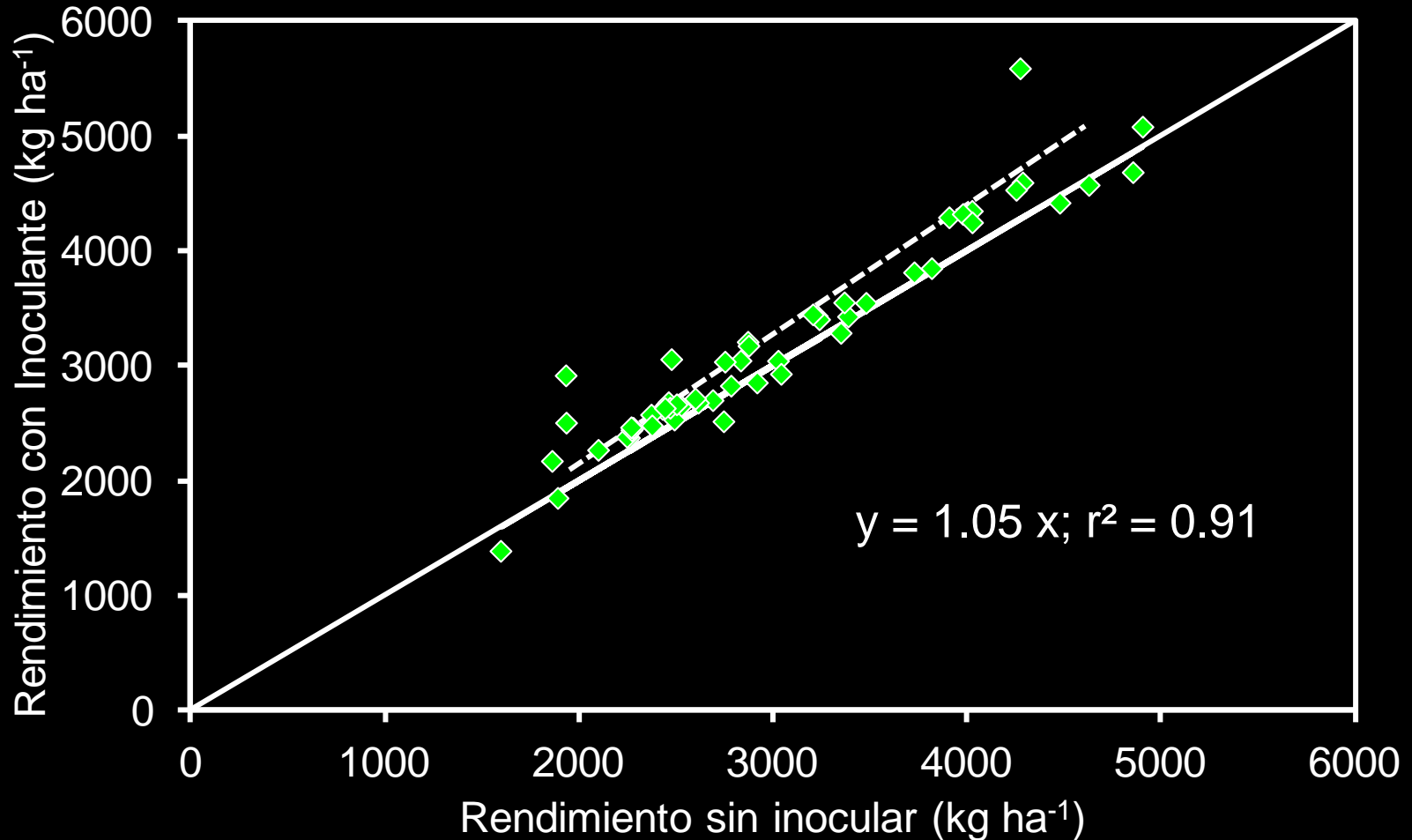
Región



N derivado de FBN (%)

# Inoculación

Respuesta a la inoculación en lotes con historia sojera



# Brecha Nutricional en cultivos de soja en Argentina

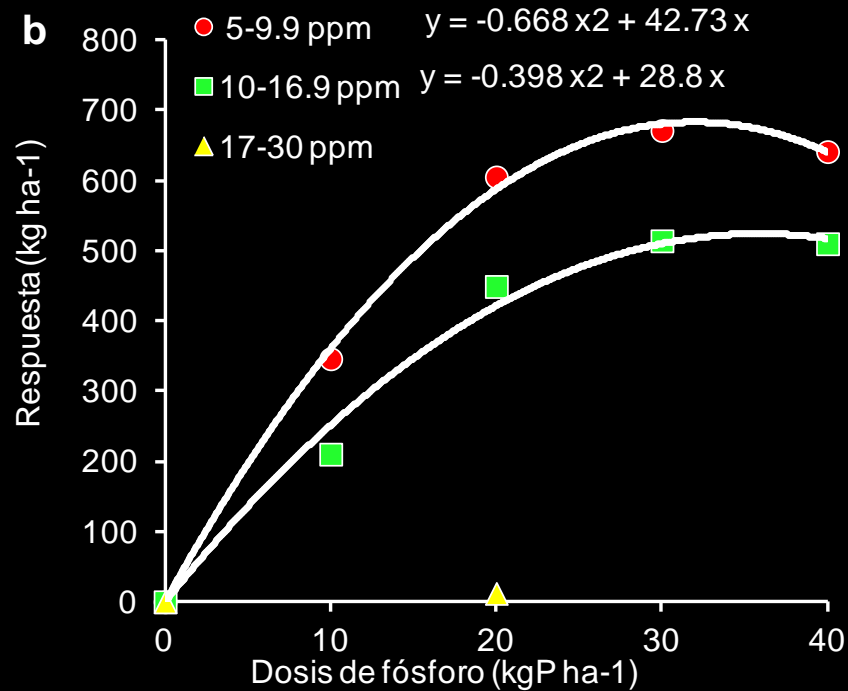
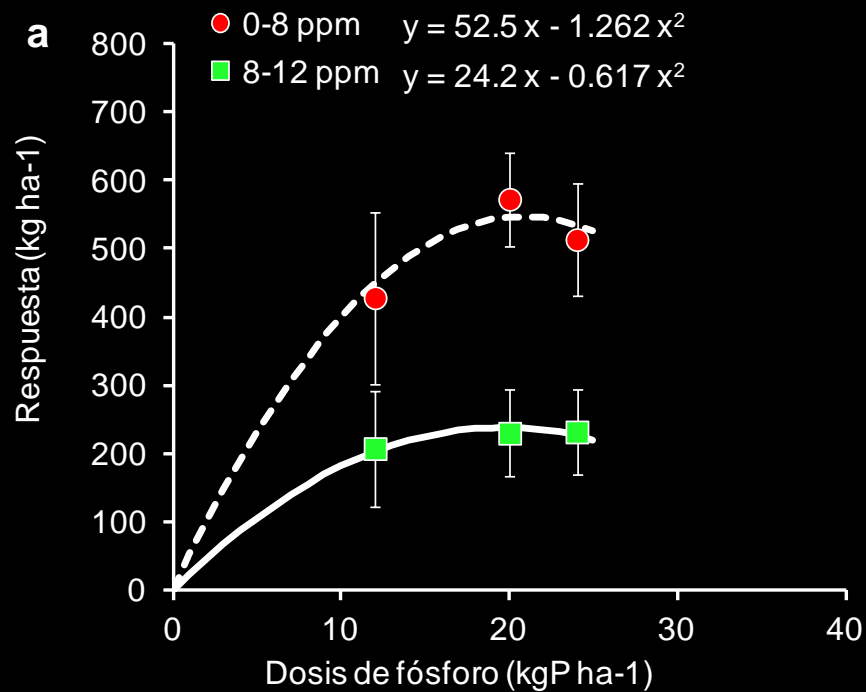
**Nitrógeno**

**Fósforo**

**Azufre**

**Micronutrientes**

**Cationes (Ca, Mg, K)**





# Brecha Nutricional en cultivos de soja en Argentina

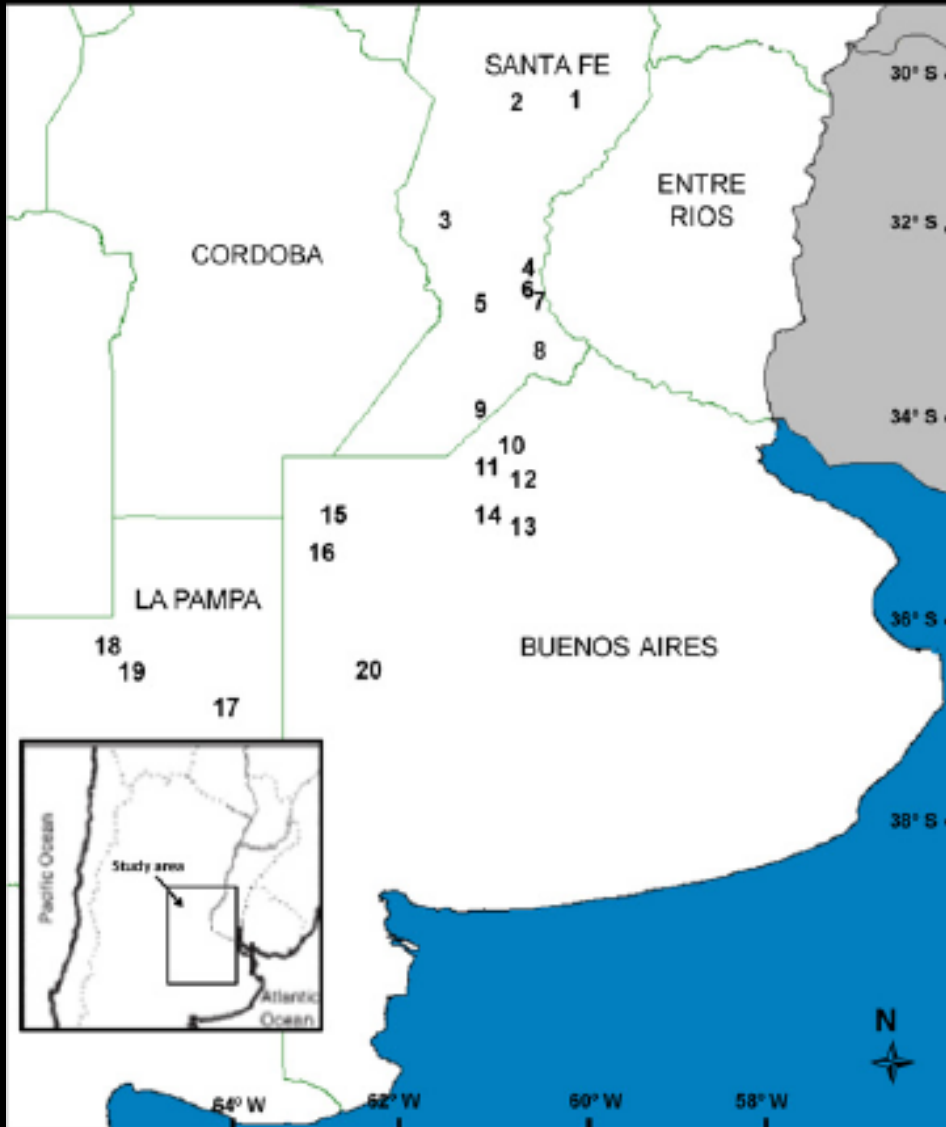
**Nitrógeno**

**Fósforo**

**Azufre**

**Micronutrientes**

**Cationes (Ca, Mg, K)**



	Respuesta (kg ha <sup>-1</sup> )	Respuesta Relativa (%)
Máxima	785	35
Mínima	348	10

# Brecha Nutricional en cultivos de soja en Argentina

**Nitrógeno**

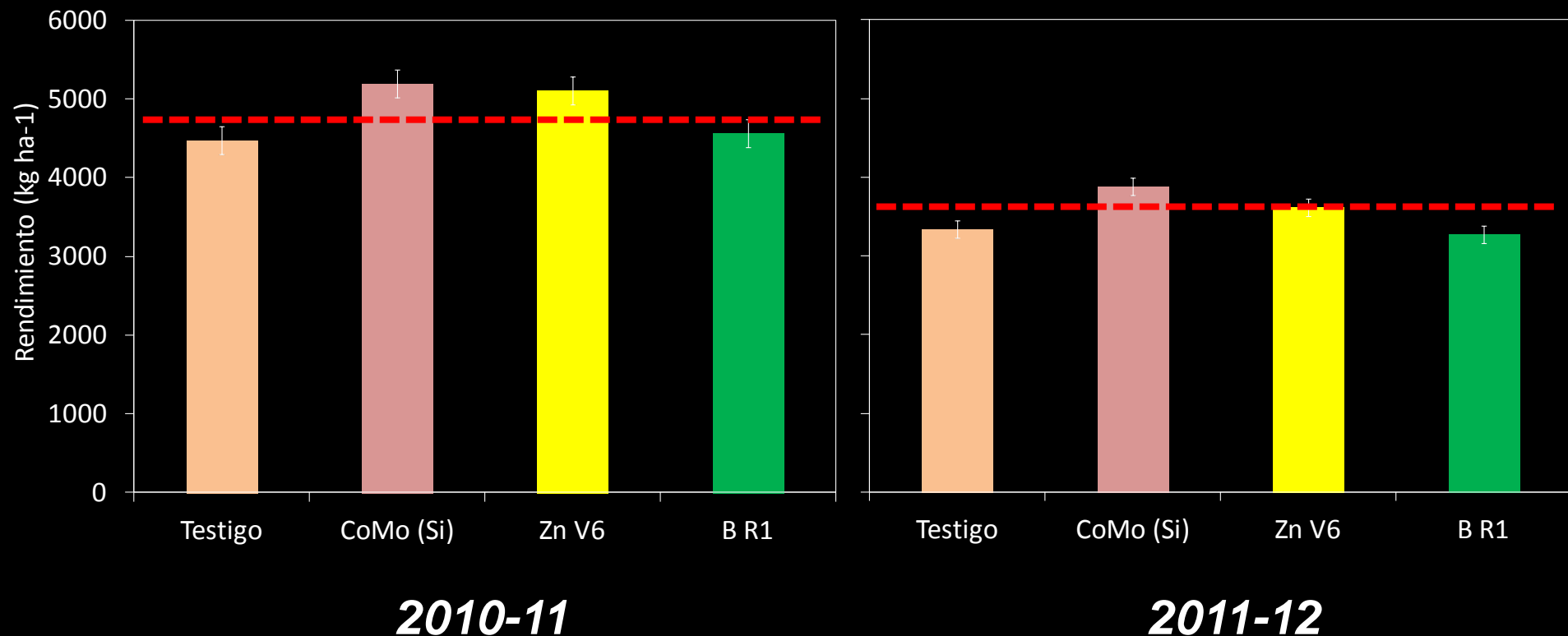
**Fósforo**

**Azufre**

**Micronutrientes**

**Cationes (Ca, Mg, K)**

# *Respuesta a la aplicación con Co-Mo, Zn y B en soja Ensayos Oliveros*



**AERN 295561 – INTA (en curso)**

# Brecha Nutricional en cultivos de soja en Argentina

**Nitrógeno**

**Fósforo**

**Azufre**

**Micronutrientes**

**Cationes (Ca, Mg, K)**



**???**

**La magnitud de la brecha nutricional estará  
dada por**

**POTENCIAL DE RENDIMIENTO  
(TECHO)**



**DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES  
(PISO)**

# Brecha Nutricional

Fertilidad del suelo de los lotes de producción

Combinación de potenciales de rendimiento según el manejo del cultivo

Aporte de microorganismos simbiotes

***¿Cuáles son los límites que tiene el manejo de la nutrición del cultivo de soja y su contribución a la producción en grano?***



*¿Cuáles son los límites de la nutrición del cultivo de soja y su contribución a la producción en grano?*

# ***1 - Potencialidad de rendimiento***

# Máximos rendimientos en soja

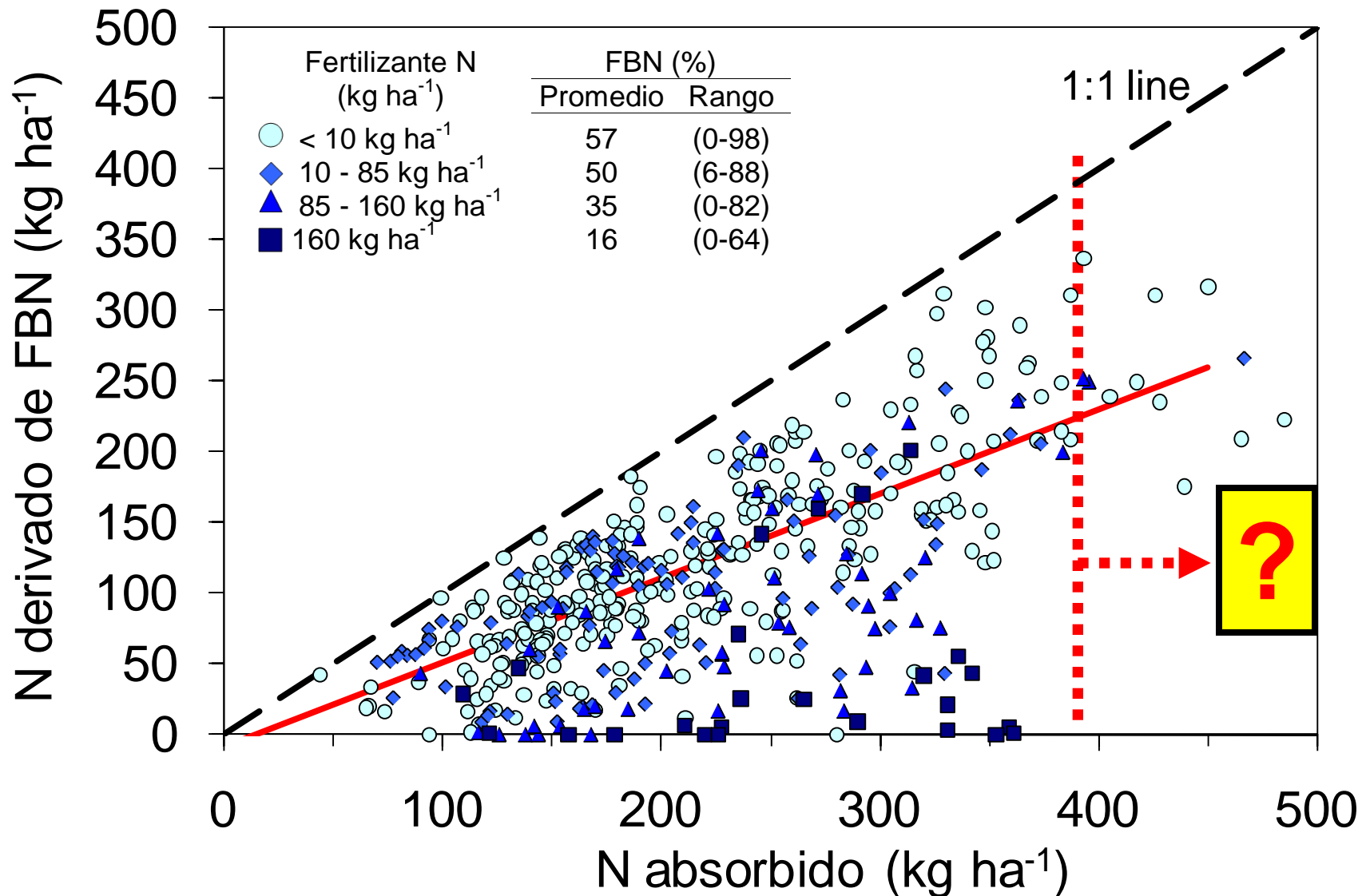
Lugar	# sitios y años	Rendimientos (kg ha <sup>-1</sup> )	Referencia
Experimentos en estaciones experimentales			
USA	1 sitio (1980-1983)	6203-7911	Flannery (1984)
USA	1 sitio (1982;1985;1998-1999)	6050-6817	Cooper (2003)
Australia	1 sitio (1984)	8004-8604	Lawn et al (1984)
USA	1 sitio (1982-85;1992-93; 1998-99)	4642-6603	Cooper (2003)
USA	1 sitio (1999-2005)	4280-5900	Setiyono et al (2007)
Concursos de rendimiento			
USA	15 sitios (1966-1969)	5009-7310	Cooper et al (2003)
Argentina	Varios sitios (1997-2001)	5315-6376	AIANBA

Nutriente	Requerimiento interno	ICN	Necesidad	
			3000 kg ha <sup>-1</sup>	
<b>N</b>	<b>79</b>	<b>0.75</b>	<b>237</b>	
<b>P</b>	<b>7</b>	<b>0.75</b>	<b>21</b>	
<b>K</b>	<b>33</b>	<b>0.50</b>	<b>99</b>	
<b>S</b>	<b>6</b>	<b>0.50</b>	<b>18</b>	
<b>Ca</b>	<b>14</b>	<b>0.20</b>	<b>42</b>	
<b>Mg</b>	<b>8</b>	<b>0.38</b>	<b>24</b>	
<b>Cu</b>	<b>22</b>	<b>0.53</b>	<b>66</b>	
<b>Mn</b>	<b>130</b>	<b>0.33</b>	<b>390</b>	
<b>Zn</b>	<b>52</b>	<b>0.70</b>	<b>156</b>	
<b>B</b>	<b>22</b>	<b>0.31</b>	<b>66</b>	
<b>Fe</b>	<b>260</b>	<b>0.25</b>	<b>780</b>	
<b>Mo</b>	<b>4</b>	<b>0.85</b>	<b>12</b>	
<b>Cl</b>	<b>205</b>	<b>0.47</b>	<b>615</b>	

**kg Mg<sup>-1</sup>**

**g Mg<sup>-1</sup>**

# FBN y Absorción de N en soja

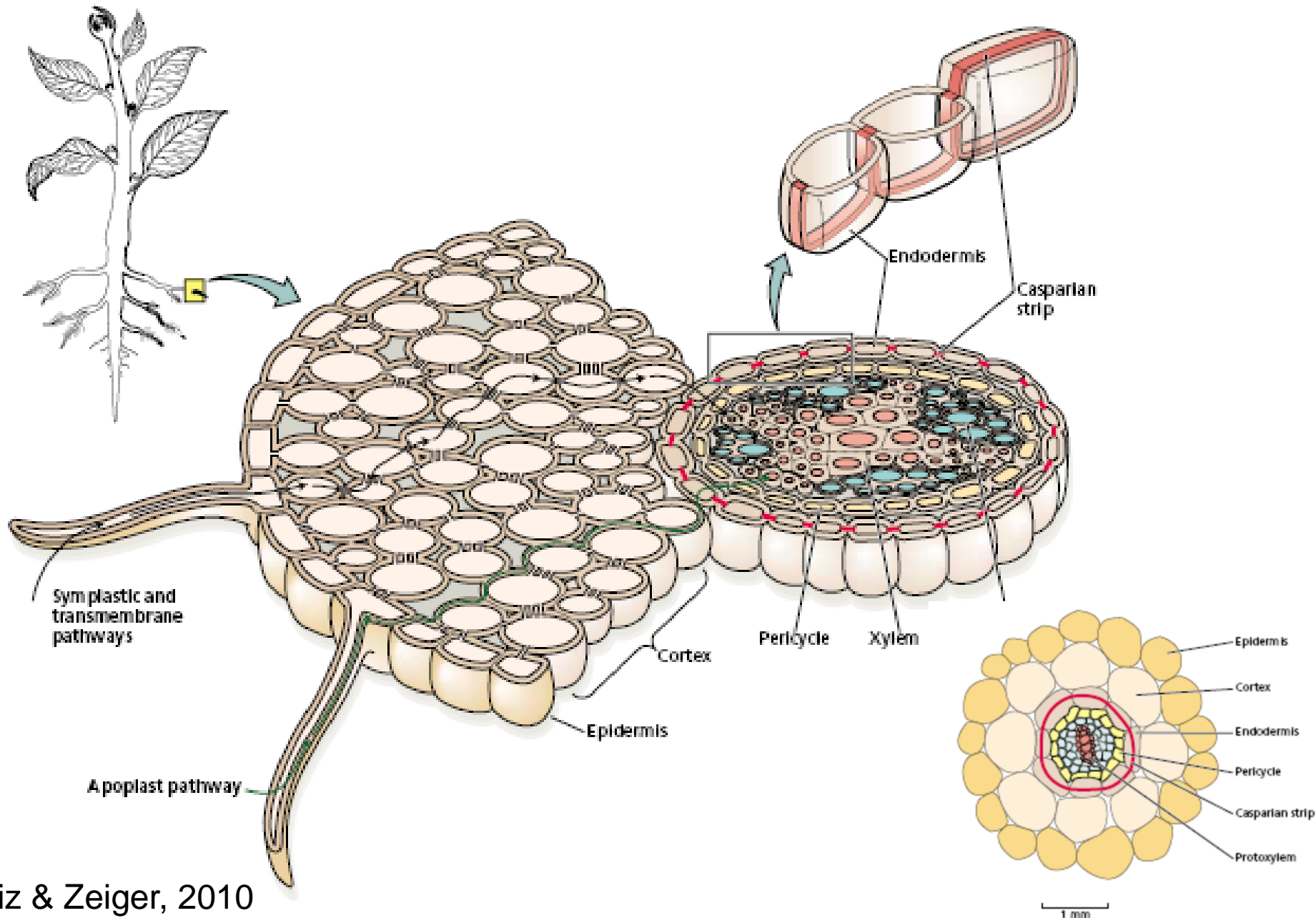


*¿Cuáles son los límites de la nutrición del cultivo de soja y su contribución a la producción en grano?*

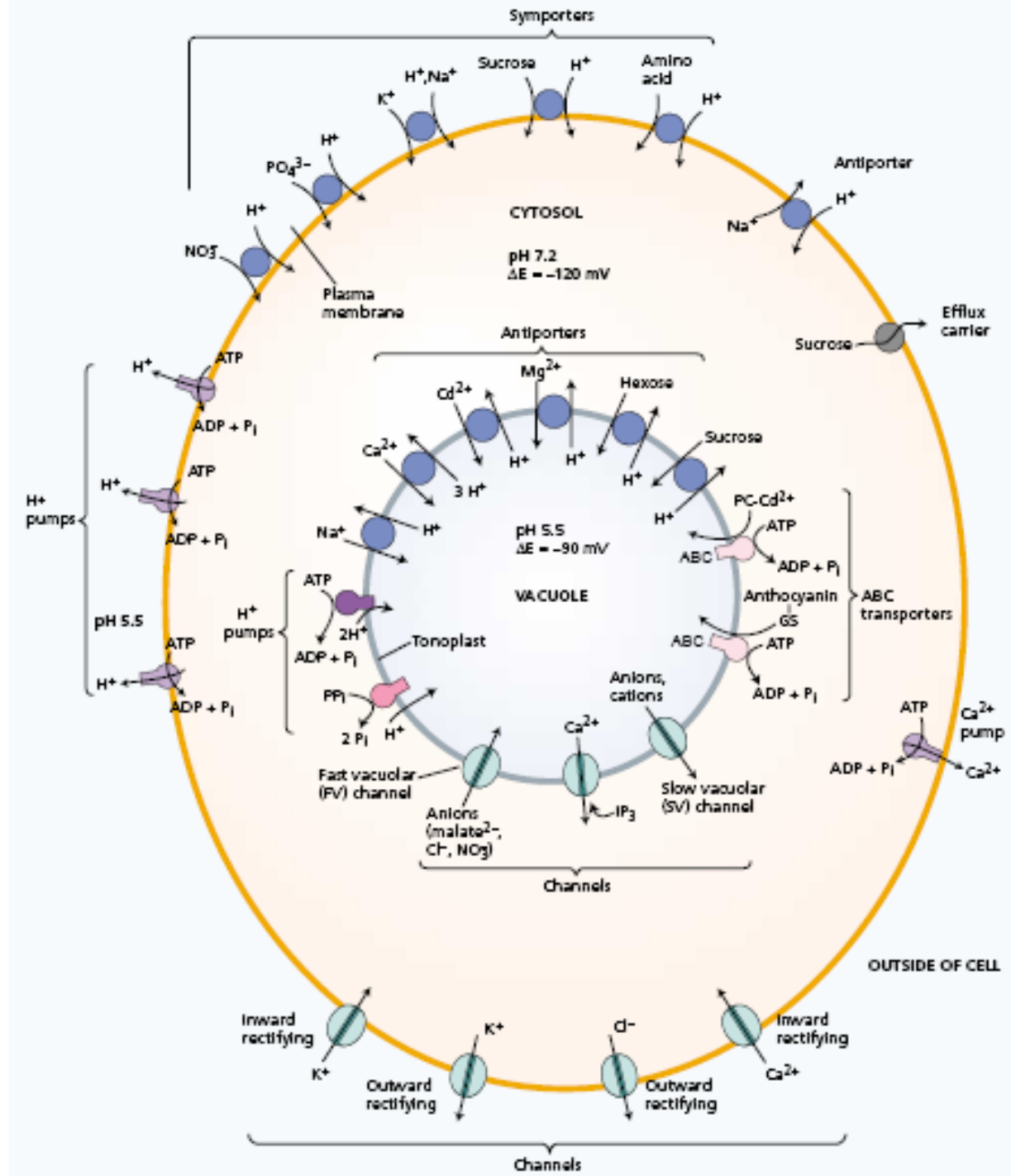
***1 - Potencialidad de rendimiento***

***2 - Absorción de nutrientes a nivel de raíz***

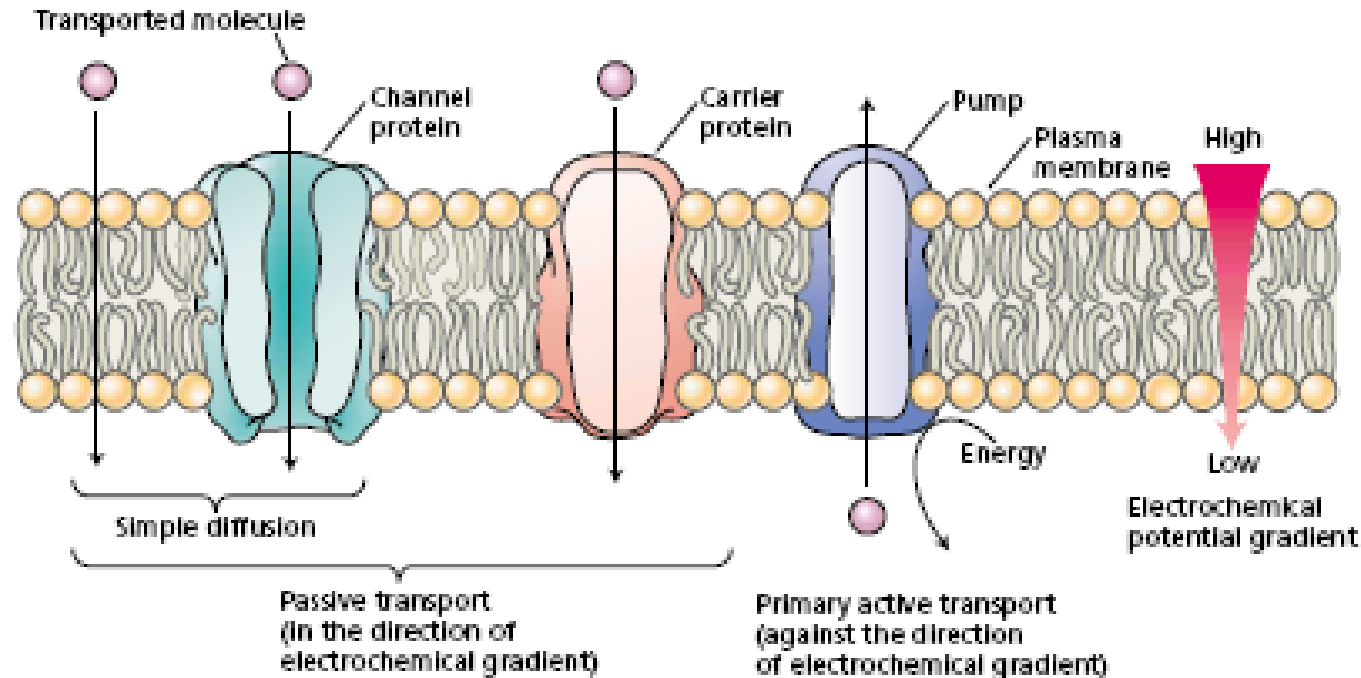
# Absorción de nutrientes a nivel de raíz



# Absorción de nutrientes a nivel de raíz

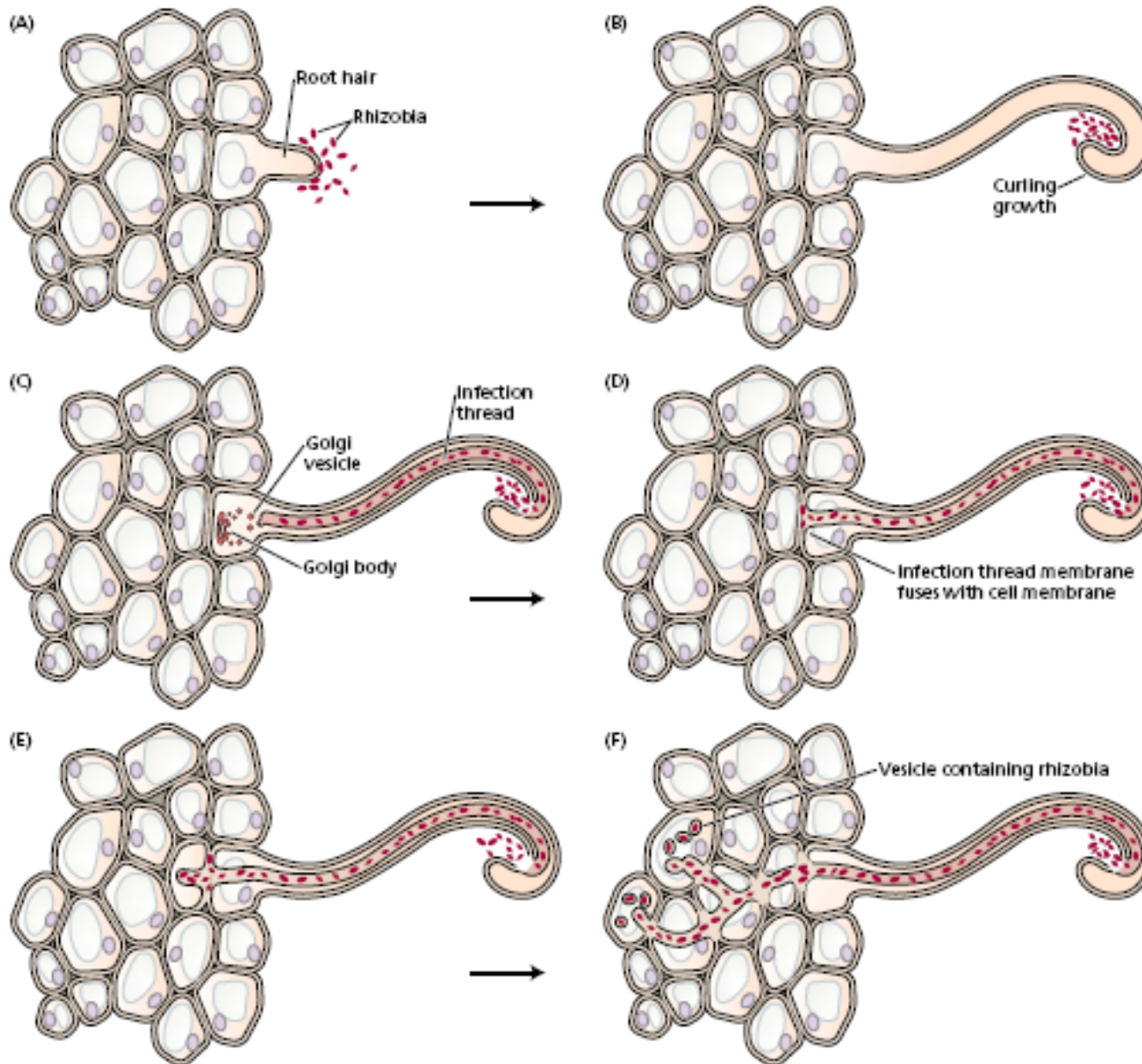


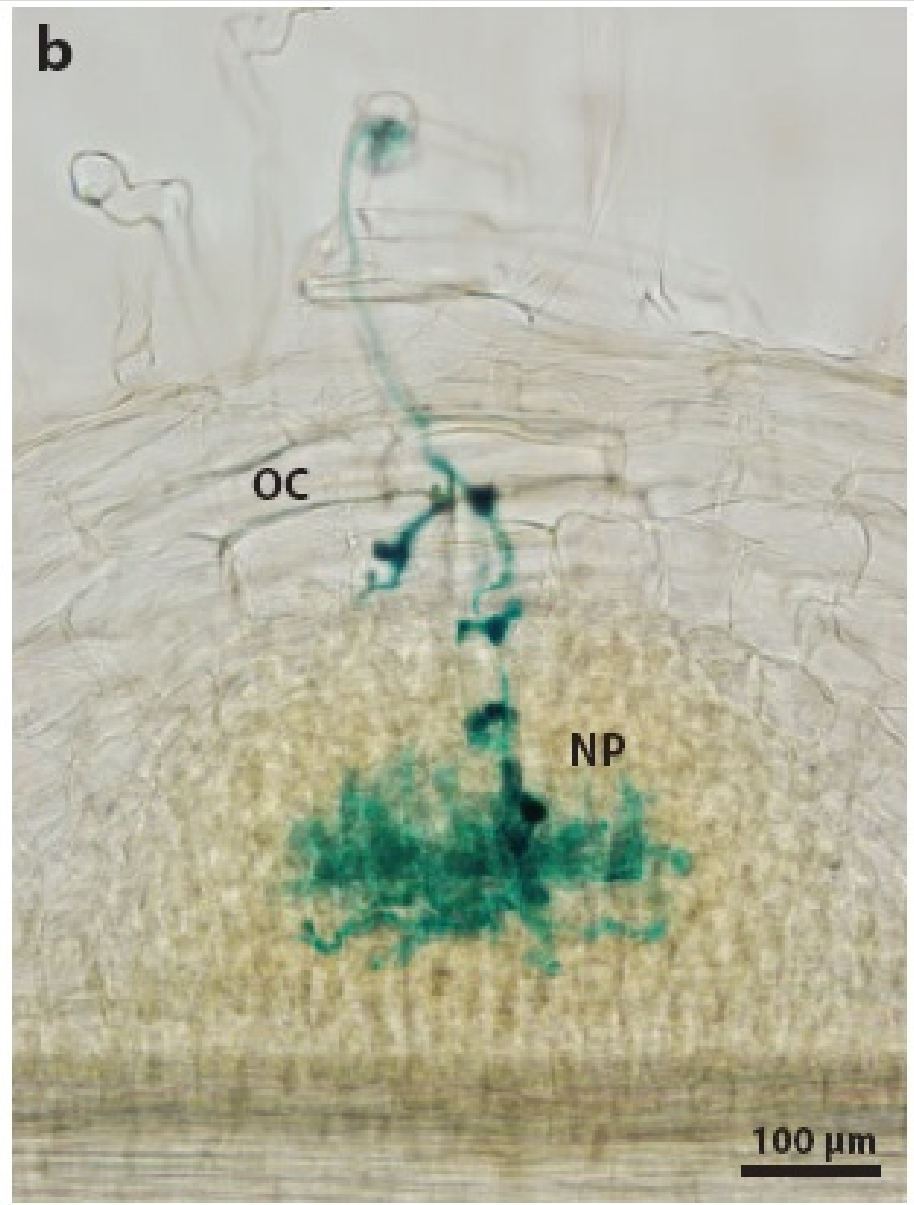
# *Absorción de nutrientes a nivel de raíz*

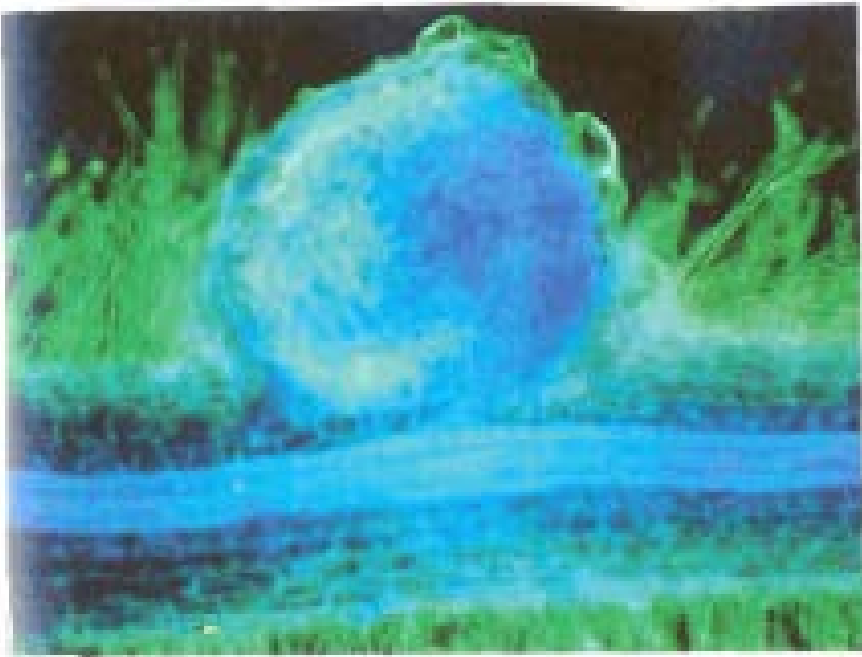




# Reconocimiento *Rhizobium* -Planta



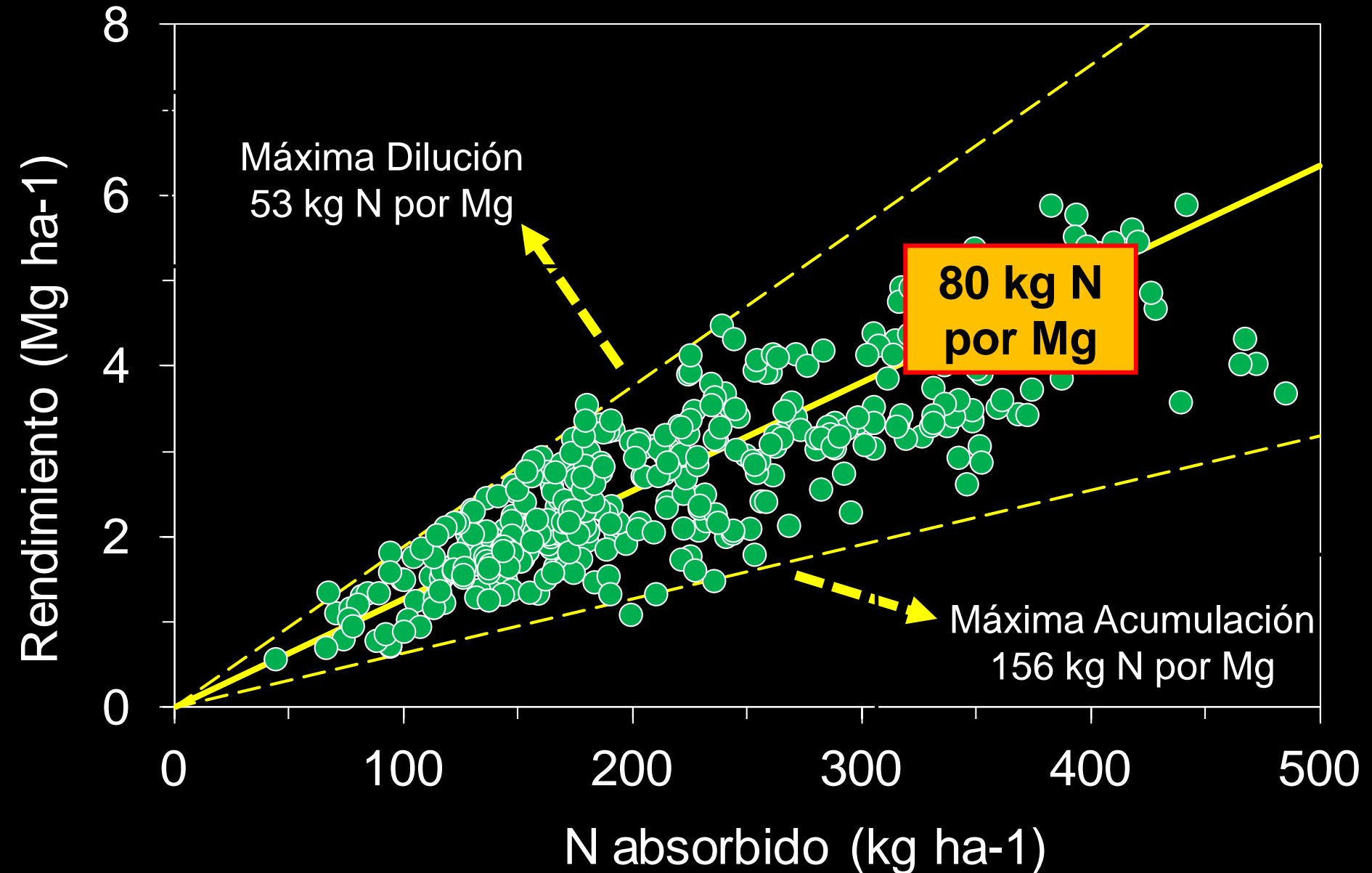




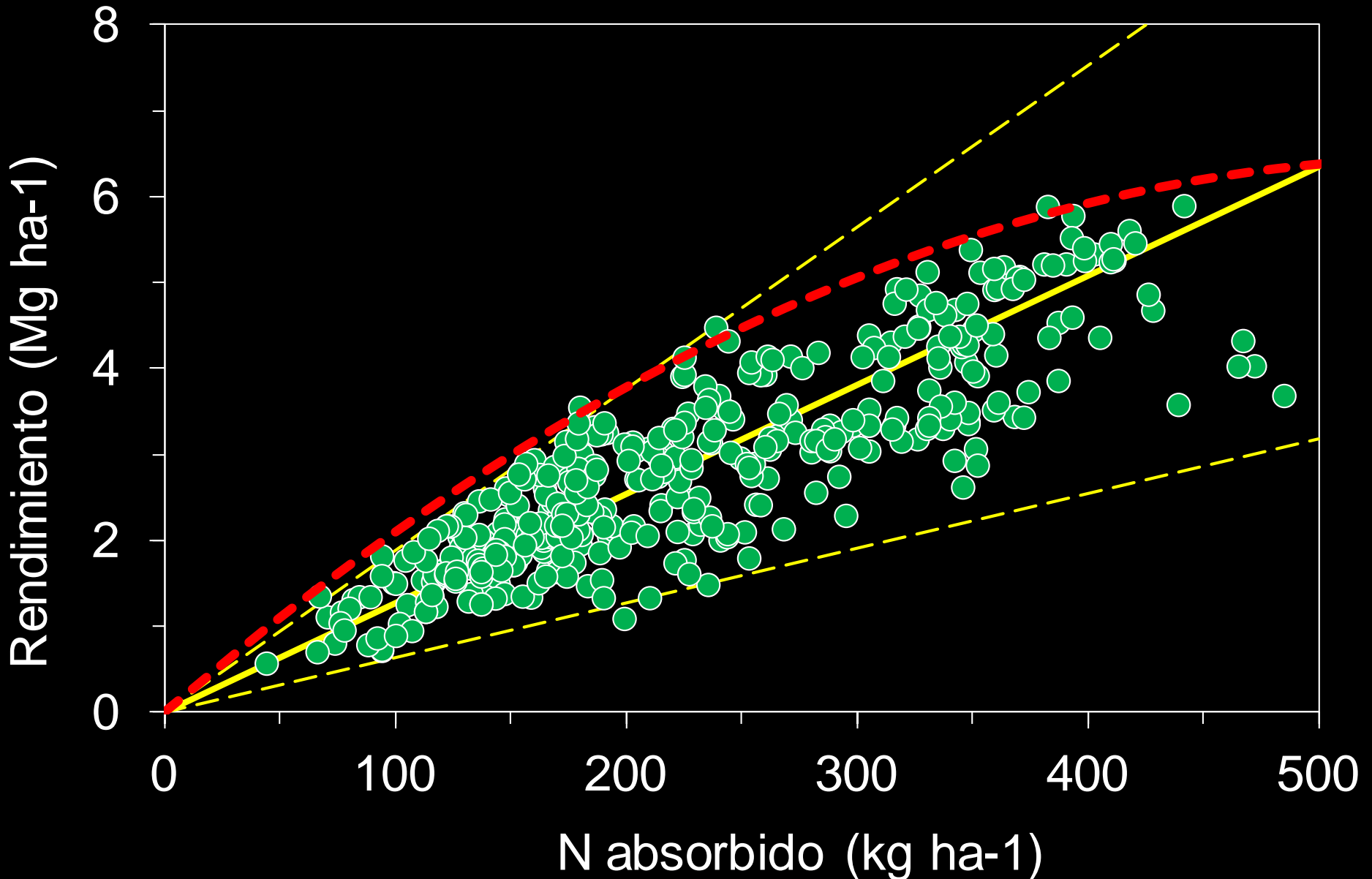
*¿Cuáles son los límites de la nutrición del cultivo de soja y su contribución a la producción en grano?*

- 1 - Potencialidad de rendimiento*
- 2 - Absorción de nutrientes a nivel de raíz*
- 3 - Conversión del nutriente absorbido en producción*

# Rendimiento y N en soja



# Rendimiento y N en soja



Nutriente	Requerimiento interno	ICN	Necesidad	
			3000 kg ha <sup>-1</sup>	6000 kg ha <sup>-1</sup>
N	79	0.75	237	Aumentos no lineales
P	7	0.75	21	
K	33	0.50	99	
S	6	0.50	18	
Ca	14	0.20	42	
Mg	8	0.38	24	
Cu	22	0.53	66	
Mn	130	0.33	390	
Zn	52	0.70	156	
B	22	0.31	66	
Fe	260	0.25	780	
Mo	4	0.85	12	
Cl	205	0.47	615	

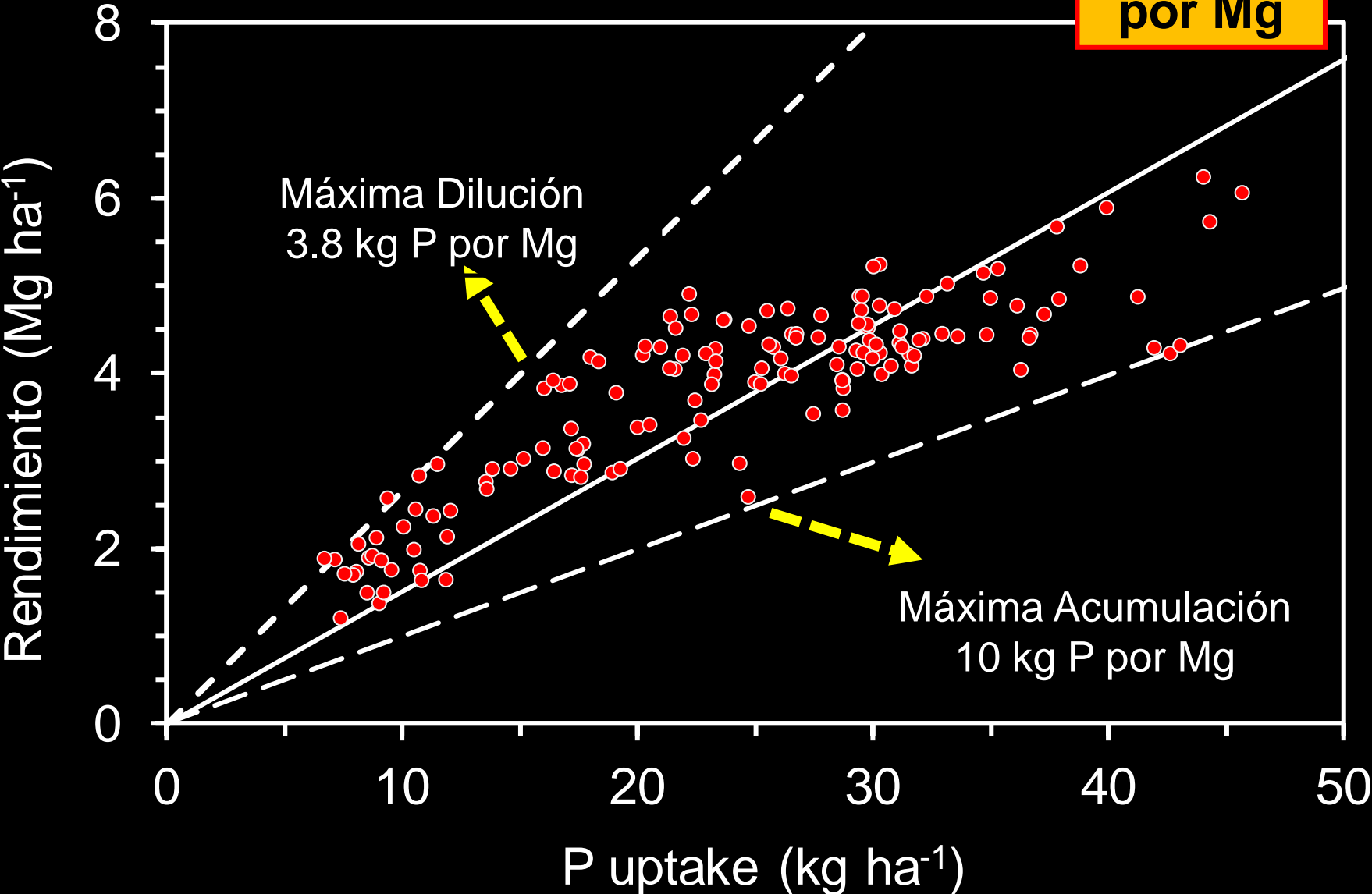
kg Mg<sup>-1</sup>

g Mg<sup>-1</sup>

Aumentos no lineales

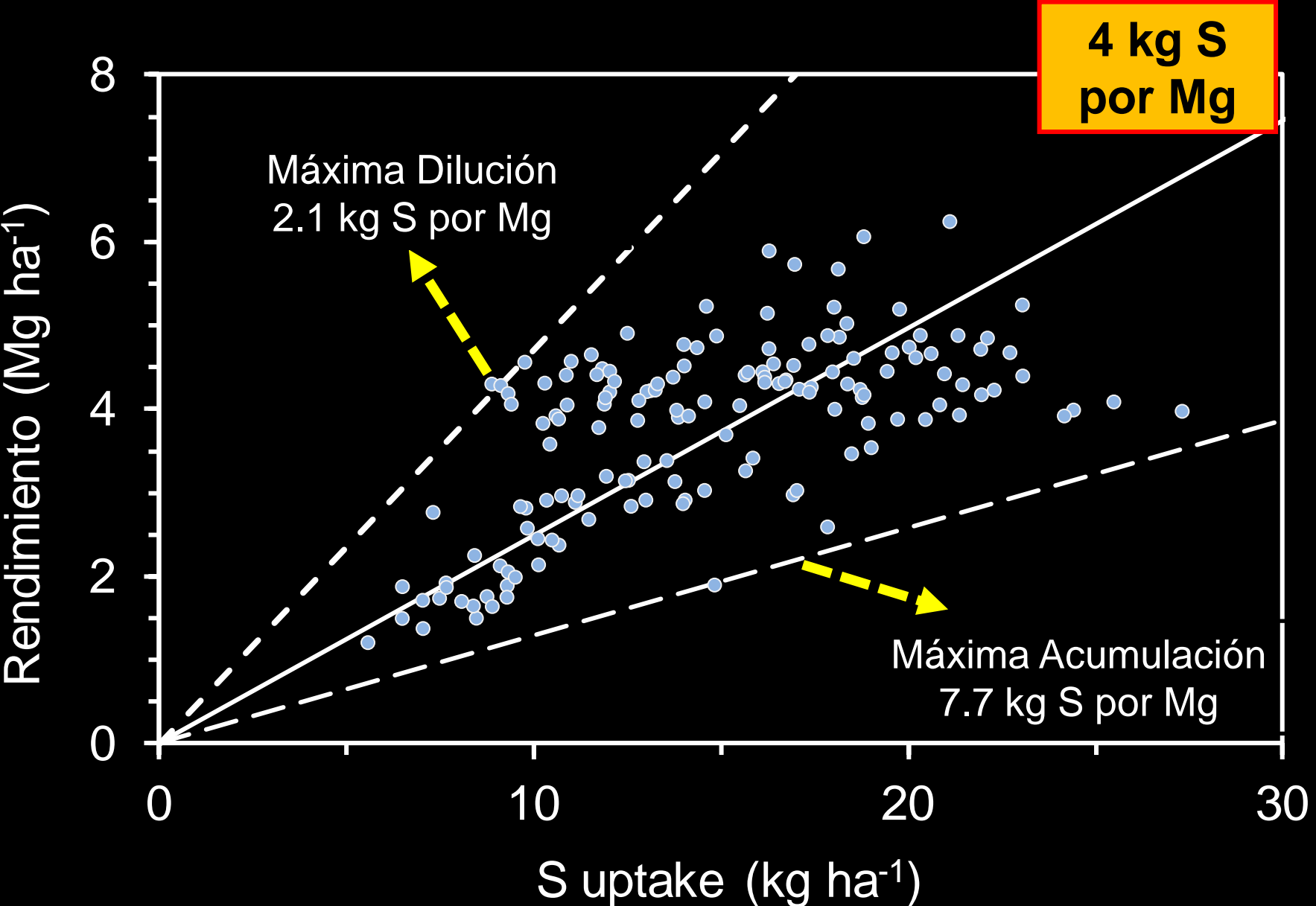
# Investigación en curso (PNCER 22421-INTA)

**6.6 kg P  
por Mg**





# Investigación en curso (PNCER 22421-INTA)



# Comentarios finales

**FERTILIDAD  
DEL SUELO**

**MICROBIOLOGIA**  
**Relación Planta-  
Rhizobio**

**BRECHA  
NUTRICIONAL EN  
SOJA**

**ECOFISIOLOGIA  
DEL CULTIVO**

**La condiciones ambientales que determinan el potencial de producción de un ambiente es el TECHO de la brecha nutricional.**

**El PISO de la brecha nutricional estará determinada por la disponibilidad de nutrientes en el suelo y la efectividad de la interacción Rhizobio – Planta (para N)**

**Las relaciones entre producción y absorción de nutrientes son en general no lineales, es decir que a altos rendimientos los requerimientos internos (kg de nutriente por kg de rendimiento) van a disminuir progresivamente**

**El aporte de N desde la fijación biológica de N es central para la producción del cultivo y mayores aportes existirán en la medida que las condiciones de producción sean optimas para el cultivo.**

# *¿CÓMO PODEMOS AUMENTAR LOS RENDIMIENTOS DE SOJA?*

**Existen** LIMITES FISICOS, QUIMICOS, BIOLÓGICOS Y BIOQUÍMICOS EN EL SUELO Y EL CULTIVO

**que determinan el rol de los nutrientes en la maximización de la producción de granos en soja**

# **Acciones para reducir la Brecha Nutricional**

**Uso de fertilizantes químicos**

**Adición de abonos orgánicos**

**Uso de cultivos de cobertura**

**Inoculación con microorganismos simbióticos**



# **Conocimientos necesarios para manejar la Brecha Nutricional**

**Dinámica del nutriente en el suelo**

**Requerimientos nutricionales de los cultivos**

**Eficiencia en el uso de los nutrientes**

**Importancia relativa de cada nutriente en la  
generación del rendimiento**

**Relación cultivo - simbiote**

# PNCER 22421

Pedro Barbagelata – INTA Parana

Mirian Barraco – INTA Gral. Villegas

Hernan Echeverria – INTA Balcarce

Manuel Ferrari – INTA Pergamino

Gustavo Ferraris – INTA Pergamino

Vicente Gudelj – INTA Marcos Juarez

# PNCER 22472

Daniel Collino – IFRGV INTA

Gustavo Ovando - UNC

Alejandro Peticari – IMYZA INTA

Carlos Piccinetti – IMYZA INTA

Juan Enrico – INTA Oliveros

Apoyo económico para estas  
investigaciones:



Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria

PNCER 22421

PNCER 22472



---

# Muchas gracias !!

Fernando Salvagiotti

[fsalvagiotti@correo.inta.gov.ar](mailto:fsalvagiotti@correo.inta.gov.ar)

[www.inta.gov.ar/oliveros](http://www.inta.gov.ar/oliveros)